ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO EXTENSIÓN LATACUNGA

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA



DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA PARA REALIZAR ENSAYO DE FATIGA POR FLEXÓN ROTATIVA UTILIZANDO PC

AUTORES:

SIZA SIMBAÑA ROBERTO MARCELO

CHANGO MORETA DAVID MISAEL

DIRECTOR: MSC.ING. JUAN CORREA

CODIRECTOR: MSC.ING. MARCO SINGAÑA

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO ELECTROMECÁNICO

2012



OBJETIVO GENERAL

DISEÑAR Y CONSTRUIR UNA MÁQUINA PARA REALIZAR ENSAYO DE FATIGA POR FLEXIÓN ROTATIVA UTILIZANDO PC.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- **Recopilar información sobre el funcionamiento y operación de máquinas para ensayo de fatiga por flexión rotativa, así como realizar un estudio sobre los fundamentos teóricos de la falla por fatiga.**
- **Diseñar y seleccionar las partes mecánicas, eléctricas y electrónicas que conformarán la máquina.**
- **Diseñar e implementar el sistema de control de la máquina de ensayos.**
- **Seleccionar e implementar el sistema de adquisición de datos.**

- Construir una máquina que permita realizar el ensayo de fatiga en aceros tales como; acero de construcción, acero de transmisión y algunos aceros especiales, siempre y cuando tengan una resistencia última a la tracción no mayor a 200Kpsi, en la cual se pueda visualizar los diagramas S-N (Resistencia a la fatiga - número de ciclos), tanto real como estimado.

- Encontrar el límite de resistencia a la fatiga estimado, para realizar el diseño de elementos de máquinas que puedan tener mayor confiabilidad y economía.

- Realizar la guía de procedimiento de la práctica en la máquina de ensayo.



ALCANCES Y METAS.

- Disponer de una máquina para ensayos de fatiga de viga rotatoria en ciertos materiales de diseño de máquinas.
- Obtener la visualización de los diagramas S-N real y estimado.
- Proporcionar datos experimentales de la resistencia a la fatiga.
- Disponer de información sobre el límite de resistencia a la fatiga estimado.



MARCO TEÓRICO



RESEÑA HISTORICA DE LA FATIGA.



<<<<< **Roturas en ejes**

Barco Liberty >>>>>>





ESTUDIO DE LA FATIGA.

- **Las fallas suelen ocurrir a niveles de esfuerzo muy por debajo del límite elástico de los materiales, y por lo general se presentan en elementos que están en continuo movimiento.**

+ Esfuerzo
Tiempo
-
(a) Totalmente alternante

+ Esfuerzo
Tiempo
-
(b) Repetido

+ Esfuerzo
Tiempo
-
(c) Fluctuante

Fig1.1: Esfuerzos alternos



- **Las fallas debidas a fatiga presentan tres etapas o fases: la iniciación de la grieta (corta duración), la propagación de la grieta (larga duración) y la fractura (instantánea).**

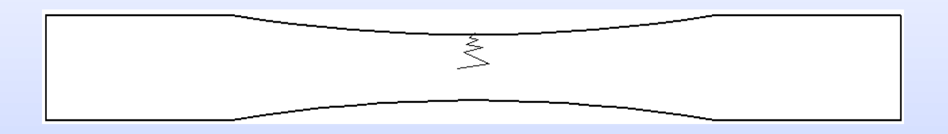


Fig1.2: Formación de grieta.



Fig1.3: Superficie de rotura por fatiga.



Dentro de los términos más usados en las fallas por fatiga están los de régimen de fatiga de alto ciclaje y régimen de fatiga de bajo ciclaje .

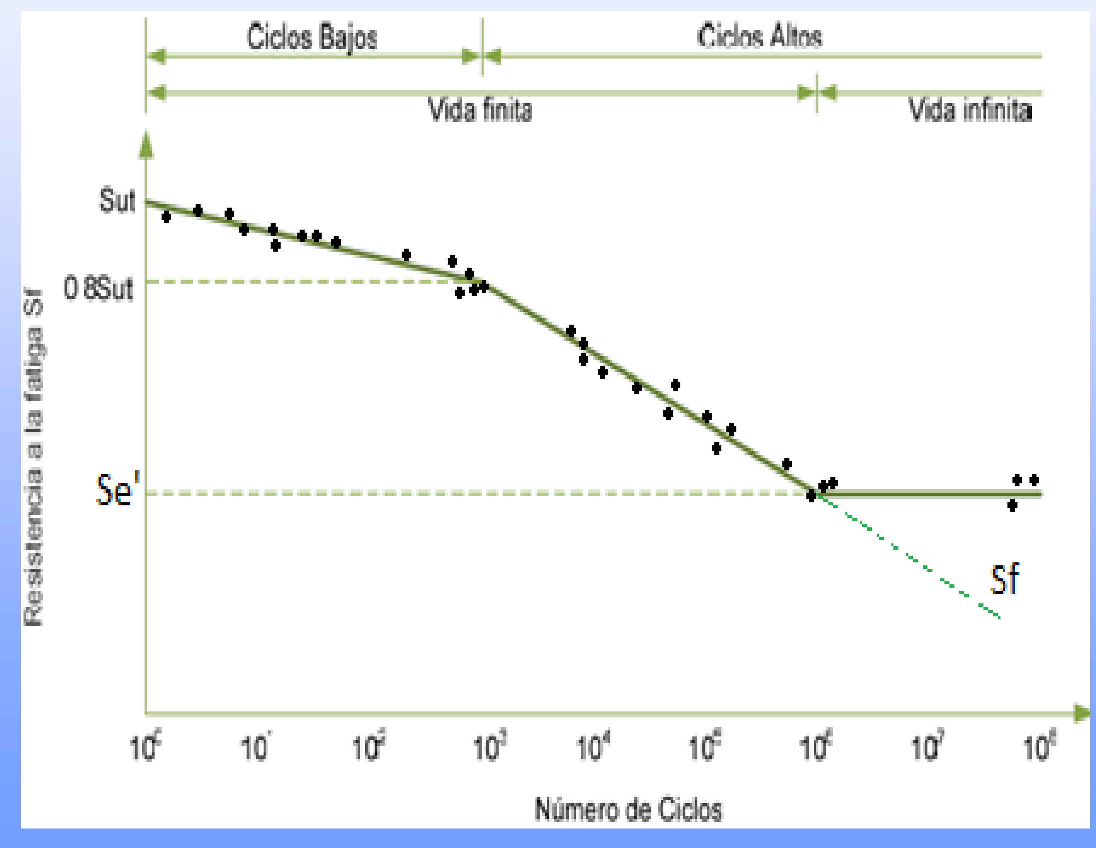


Fig. 1.4: Diagrama S-N(Resistencia a la fatiga-Numero de ciclos)



DIAGRAMAS S-N

Sf (Escala lineal)
Se'
10^6 10^7
CICLOS (N)

Sf (Escala logarítmica)
Se'
6 7
CICLOS (Log N)

Figura 1.5: Diagramas S-N en escala lineal y logarítmica





DIAGRAMAS S-N ESTIMADOS

Sn
Sut
09Sut
Sm
Se
N
1E1
1E2
1E3
1E4
1Ex5
1Ex6
1Ex7
1Ex8

Figura 1.5: Diagrama S-N(Resistencia a la fatiga-Numero de ciclos)



FACTORES DE CORRECCIÓN DEL LÍMITE DE RESISTENCIA A LA FATIGA.

$$Se = Se' * ka * kb * kc * kd * ke * kf$$

S_e = Límite de fatiga corregido
S_e' = Límite de resistencia a fatiga de probetas
ka = Factor de acabado superficial
kb = Factor de tamaño
kc = Factor de carga
kd = Factor de temperatura
ke = Factor de confiabilidad
kf = Factor efectos varios



ESTUDIO DE FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA PARA ENSAYOS DE FATIGA POR FLEXIÓN ROTATIVA.

MOTOR
ACOPLE
SOPORTE MÓVIL
PROBETA
SOPORTE FIJO
SENSOR CONTADOR CICLOS
CARGA

Fig 1.6 Máquina para realizar ensayos de fatiga por flexión rotativa.

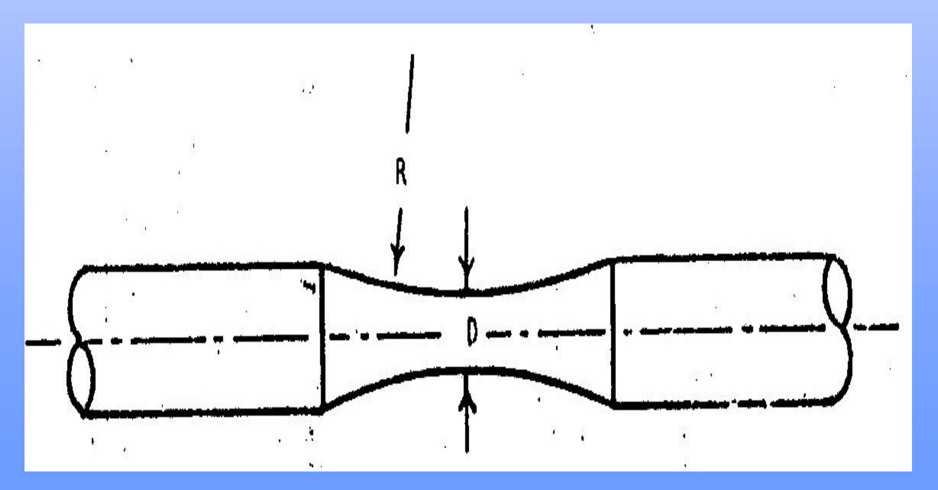


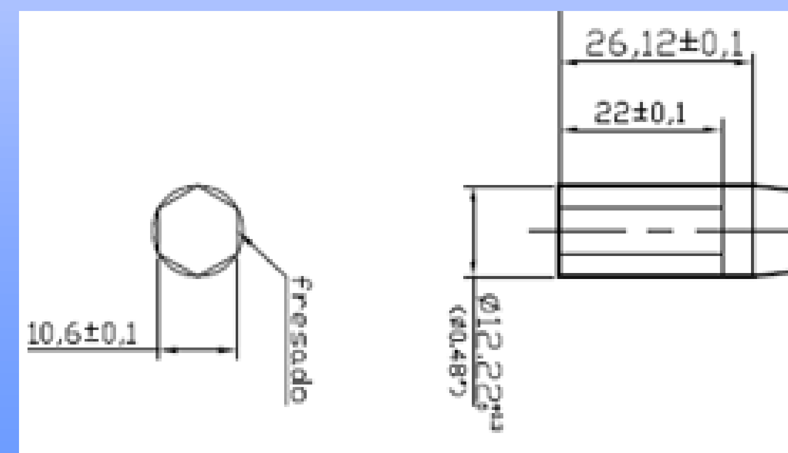
PROBETAS PARA ENSAYO DE FATIGA

- **Probetas de Secciones Transversales Circulares.**

- **El diámetro de la sección de prueba debe estar preferentemente entre 0.2 pulg. (5.08 mm) y 1 pulg. (25.4 mm) para asegurar la falla de la sección de prueba.**

- **Los métodos impropios de preparación pueden conllevar a tener resultados erróneos de la prueba.**







CARGAS QUE INTERVIENEN EN LA MÁQUINA DE MOORE.

Y
dAB+dBC/2
dAB
dBC
dCD
A
B
C
D
X
RA
RB=Q/2
Q
RC=Q/2
RD

Fig 1.7 Diagrama de cuerpo libre del mecanismo giratorio

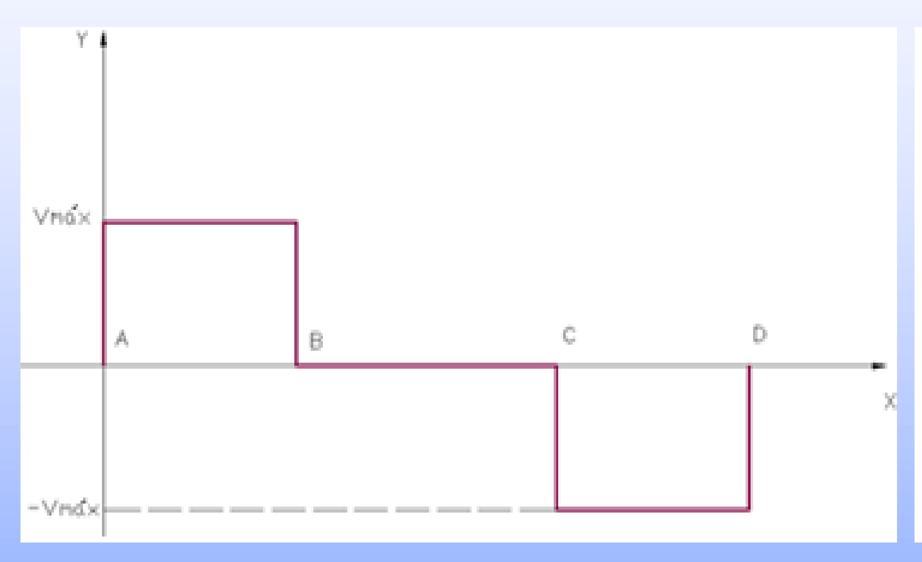


Fig.1.8:Diagrama cortante del sistema

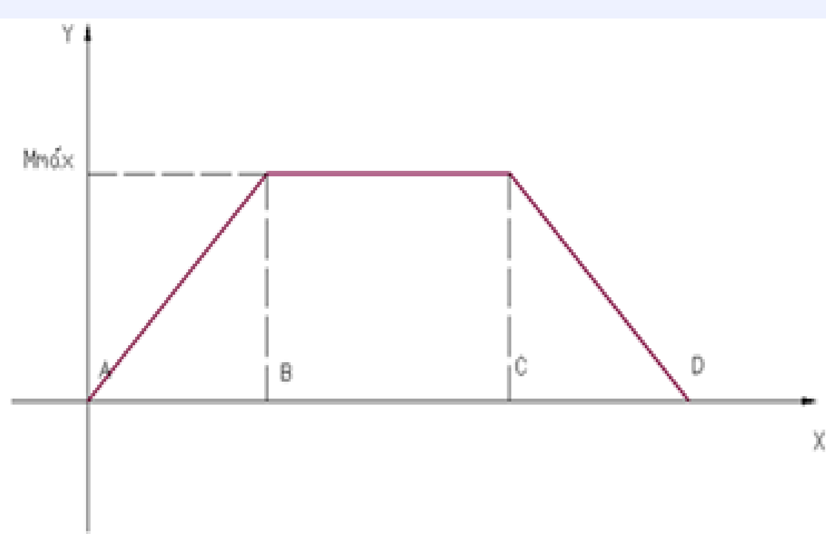


Fig.1.9 Momento flector del sistema



DISEÑO Y/O SELECCIÓN



PARÁMETROS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA MÁQUINA

- **Momento máximo.**
- **Ambiente de trabajo.**
- **Tamaño máximo.**
- **Tipo de trabajo.**
- **Motor.**
- **Transmisión de potencia.**
- **Sujeción de la probeta.**

- **Sistema de apoyo de los ejes.**
- **Sistema de aplicación de carga y su visualización.**
- **Contador de los ciclos de carga que se aplique a la probeta.**
- **Sistema de control de la máquina.**
- **Comunicación entre la máquina y una PC.**
- **Sistema de adquisición de datos.**



CARACTERÍSTICAS ESTABLECIDAS PARA LA MÁQUINA SEGÚN LA ALTERNATIVA MAS IDÓNEA

- **Estructura soporte:**

Estructura metálica, pintura anticorrosiva.

- **Mecanismo de aplicación de carga:**

Aplicación de carga mediante dos barras y un dinamómetro digital.

- **Rodamientos:**

Chumaceras autoalineantes tanto en soportes como en pivotes KDF.

- **Contador de revoluciones:**

Sensor optointerruptor de ranura



- **Sujeción probeta:**

  Mordazas Tipo mandril.

- **Motor:**

  Monofásico (potencia: 0.5 HP, velocidad máxima 1725 rpm).

- **Transmisión de potencia a los ejes:**

  Acoples semiflexible.

- **Sistema de adquisición de datos:**

  Mediante un microcontrolador ATMEGA 164P y Software Labview V.8.5 .

- **Control:**

  Sistema electrónico de apagado y encendido de la máquina mediante PC, o tablero.



ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO EXTENSIÓN LATACUNGA

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

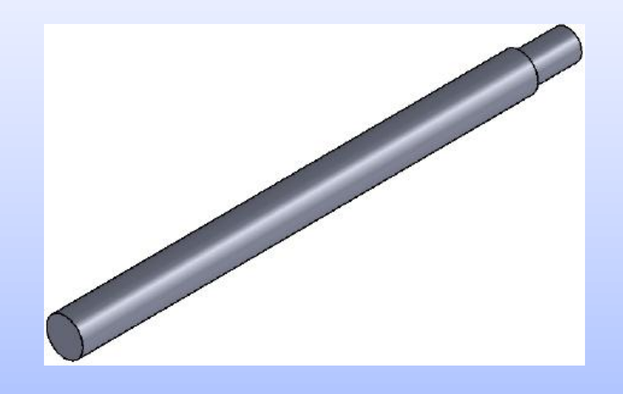


ELEMENTOS PRINCIPALES DE LA MÁQUINA.

Motor
Acople
Chumacera
Mandril
Probeta
Eje
PANEL DE CONTROL
Dinamómetro
Barra móvil
Manivela
Estructura

DISEÑO MECANICO.

DISEÑO DE EJES.



F.S= 2

$$d = 0.793\,[pulg] = 20.164\,mm$$



Y
d_{AD}=728 mm
d_{AC}=528 mm
d_{AB}=200 mm
A B C D X
R_A Q/2 Q/2 R_D

Y
$V_{máx}$=25Kg
A B C D X
$-V_{máx}$=25Kg

Y
$M_{máx}$=500Kg-cm
A B C D X



SELECCIÓN DE RODAMIENTOS.

Se adquirió las chumaceras de la marca DKF de designación UCP205







SELECCIÓN DEL MOTOR.

- Motor monofásico.
- RPM= 1725.
- Voltaje= 110-220.
- Potencia = 1/4HP.
- Marca=WEG
- Frecuencia 60Hz







SELECCIÓN DEL ACOPLE.

Se selecciona el tipo de acople L-090. Que tiene la capacidad de trasmitir una potencia de hasta 4 [HP], un par nominal efectivo de 144 [lb*pulg], absorber desalineamiento angular en 1° y puede alojar ejes de diámetro que van desde ¼ hasta 1 [pulg].

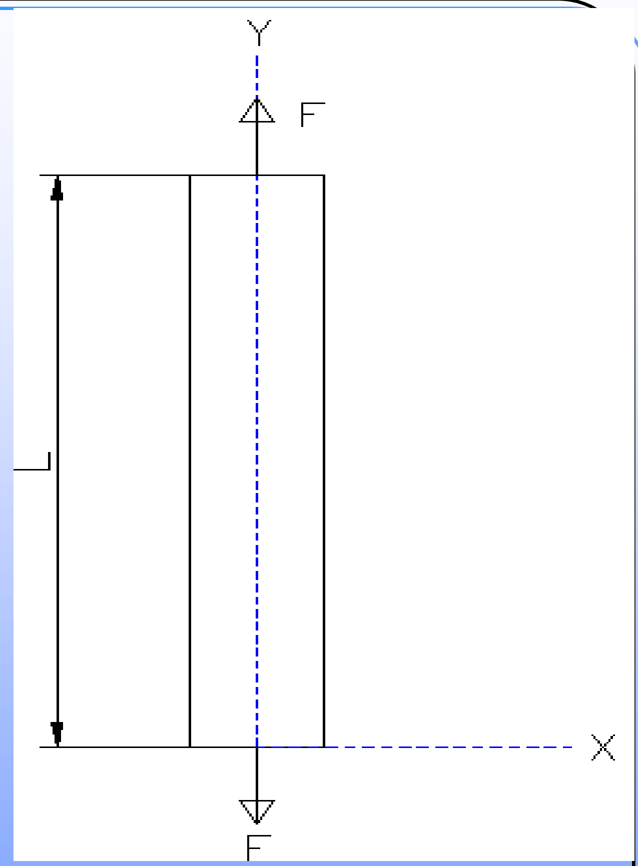








DISEÑO DE BARRAS DE CARGA.

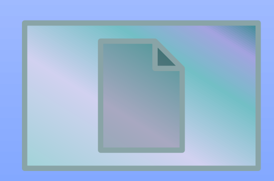


Propiedades mecánicas del acero ASTM A-36

Unidades	Mpa	Kg/mm²	Kpsi
S_y	248.6	25.36	36
S_{ut}	400	64.34	42

F.S= 2

$$d = 3.88\,[mm]$$



Por la facilidad de construcción y robustez para el diseño de la máquina, se diseño el eje con un diámetro de 16 mm.



DISEÑO DE LA PLACA DE FUERZA.



F.S= 4

$$e = 5.325\,[mm]$$

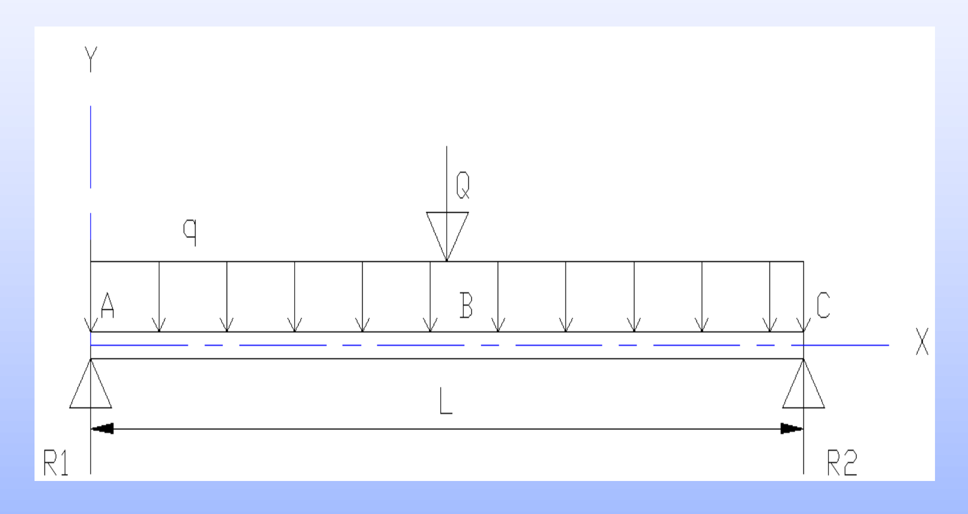


F.S= 9

Por lo tanto se selecciona una placa de 8 mm de espesor



DISEÑO DE LA PLACA SOPORTE PRINCIPAL.



V
41.15 kg
A1
25 kg
(+)
A2
A
B
C
X
475
(-)
-25 kg
-41.15 kg

M
15710.62 kg.mm
(+)
A
B
C
X

F.S= 4

$e = 6\ mm$



F.S= 7

Entonces, se selecciona una plancha de acero A-36 con 8 mm



ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO EXTENSIÓN LATACUNGA

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA



SELECCIÓN Y DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL Y ADQUISICIÓN DE DATOS

Software

Comunicación

Entradas Digitales

CONTROLADOR

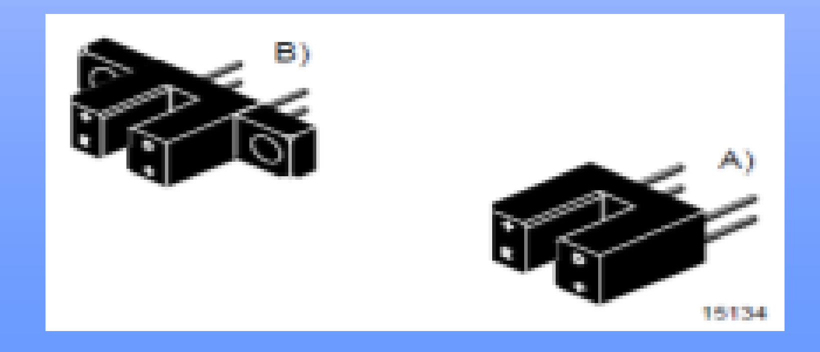
Salidas Digitales

SENSOR DE PROXIMIDAD.



SENSOR CONTADOR DE CICLOS.

Se seleccionó el sensor TCST 1000.





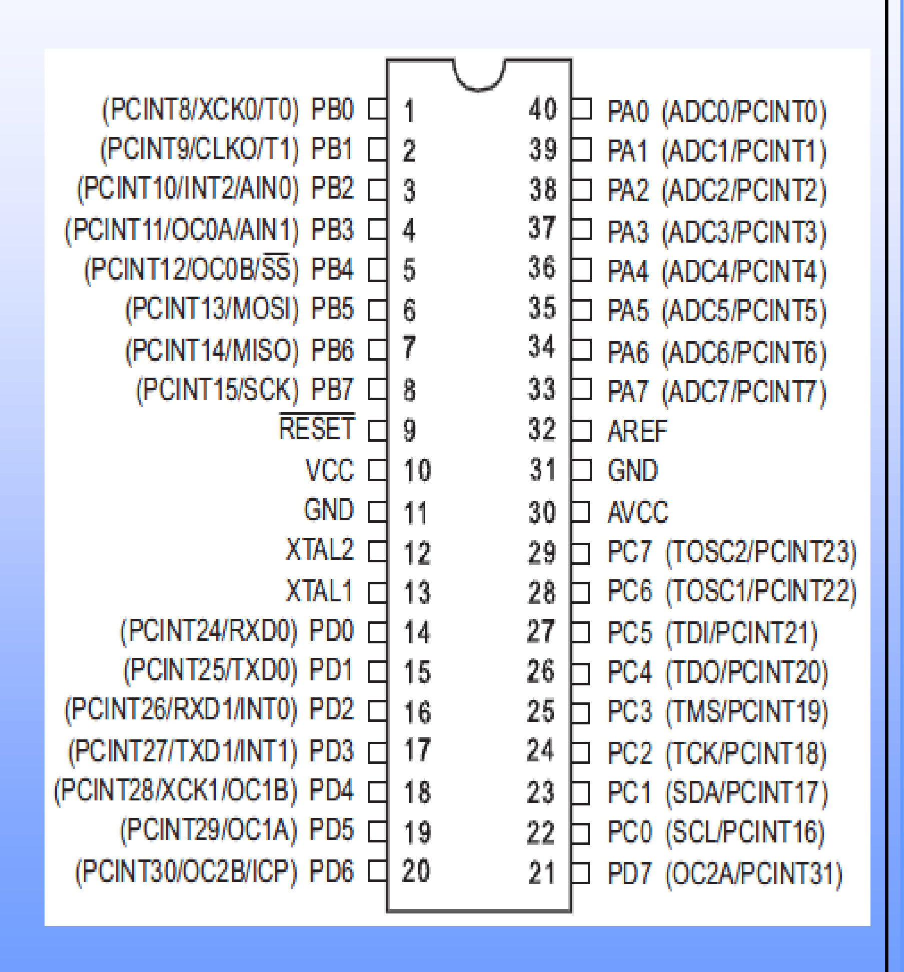
DINAMÓMETRO DIGITAL



En su interior cuenta con bandas extensométricas resistentes al desgaste, que permiten obtener valores precisos, su rango de medición está comprendido entre 0 y 45 Kg con una buena resolución de centésimas.

CONTROLADOR

Se selecciona el microntrolador ATMEGA 164p de la marca ATMEL, que aún cuando posee mayores I/O que las requeridas, la utilización de su oscilador interno de 8 MHz hace que la comunicación serial sea más confiable que el de otros modelos de esta misma marca.



ASIGNACIÓN DE SEÑALES DE ENTRADA PARA EL MICROCONTROLADOR

5VDC
STOP
U3
R3
330R
START
U4
R2
330R
SENS
U2
R4
330
STO
START
SENS
U1
RESET
XTAL1
XTAL2
PA0/ADC0
PA1/ADC1
PA2/ADC2
PA3/ADC3
PA4/ADC4
PA5/ADC5
PA6/ADC6
PA7/ADC7
PB0/T0/XCK
PB1/T1
PB2/AIN0/INT2
PB3/AIN1/OC0
PB4/SS
PB5/MOSI
PB6/MISO
PB7/SCK
PC0/SCL
PC1/SDA
PC2/TCK
PC3/TMS
PC4/TDO
PC5/TDI
PC6/TOSC1
PC7/TOSC2
PD0/RXD
PD1/TXD
PD2/INT0
PD3/INT1
PD4/OC1B
PD5/OC1A
PD6/ICP1
PD7/OC2
AREF
AVCC
ATMEGA16
START
STOP
RESET
C1
100nF
5VDC
R1
10k
RESET





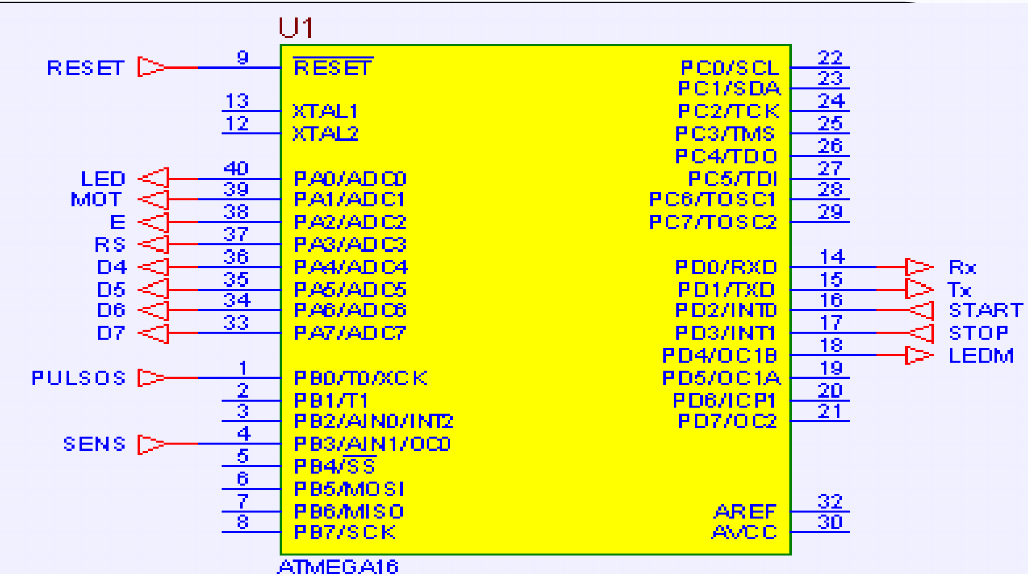
ASIGNACION DE SEÑALES DE SALIDA PARA EL MICROCONTROLADOR.

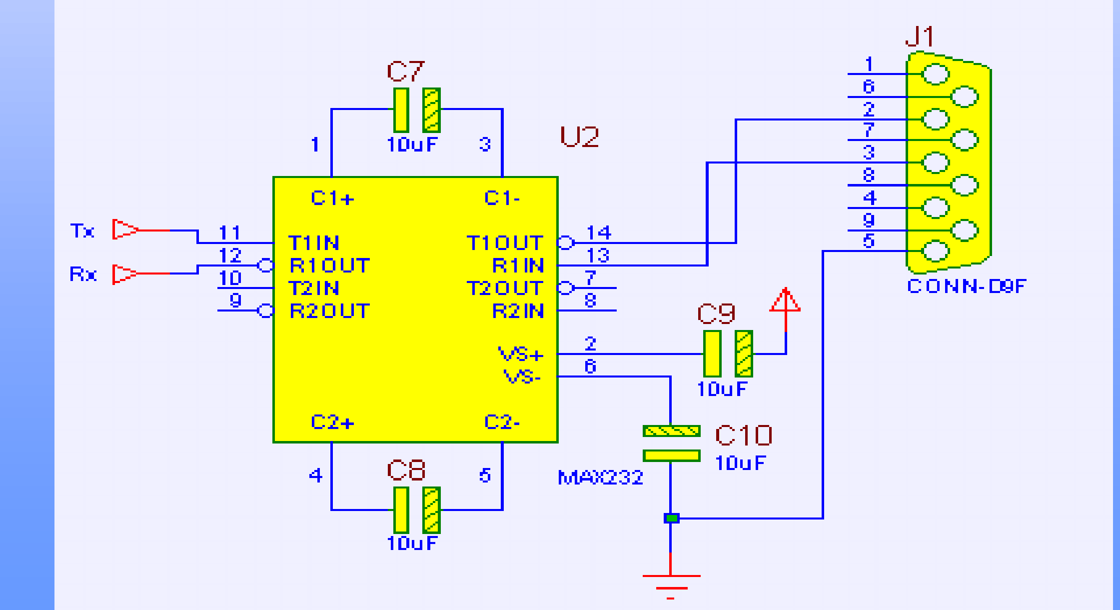
LCD
RV1
1k
U1
ATMEGA16
RESET
XTAL1
XTAL2
PA0/ADC0
PA1/ADC1
PA2/ADC2
PA3/ADC3
PA4/ADC4
PA5/ADC5
PA6/ADC6
PA7/ADC7
PB0/T0/XCK
PB1/T1
PB2/AIN0/INT2
PB3/AIN1/OC0
PB4/SS
PB5/MOSI
PB6/MISO
PB7/SCK
PC0/SCL
PC1/SDA
PC2/TCK
PC3/TMS
PC4/TDO
PC5/TDI
PC6/TOSC1
PC7/TOSC2
PD0/RXD
PD1/TXD
PD2/INT0
PD3/INT1
PD4/OC1B
PD5/OC1A
PD6/ICP1
PD7/OC2
AREF
AVCC
LED
MOT
E
RS
D4
D5
D6
D7
PULSOS
SENS
START
STOP
LEDM
R2
200R
D3
LED_IND
LUZ_PILOTO
D4
1N4007
RL1
V2
VSINE
120V
R4
330
Q2
2N3904
MOTOR
D1
1N4007
RL2
5V
V1
R3
330
Q1
2N3904





CONFIGURACIÓN PARA COMUNICACIÓN RS-232









PROGRAMACIÓN DEL MICROCONTROLADOR

Inicio

Habilita interrupción 0

Dat=102

Esperando dato... Dat

¿El dato es valido en el programa?

No

Si

Vaya a la subrutina que corresponde el dato

Verificación

Comprobación

Proceso

Paro

PANTALLAS UTILIZADAS EN LA APLICACIÓN

PANTALLA PRINCIPAL

COMUNICACIÓN | DATOS | ENSAYO | CURVAS | INFORME



PANTALLA PRINCIPAL PARA LA REALIZACIÓN DEL ENSAYO.

BIENVENIDO

ESPEL

INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

MÁQUINA PARA REALIZAR
ENSAYOS DE FATIGA

INICIAR

SALIR



PANTALLA DEL SUBVI COMUNICACIÓN

ESTADO

SELECCIONE PUERTO SERIAL Y
PRESIONE ACEPTAR

DESABILITADO

VISA resource name

COM3

ACEPTAR

CONTINUAR

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO EXTENSIÓN LATACUNGA

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA



PANTALLA DEL SUBVI DATOS.

INGRESO DE DATOS

DATO ACEPTADO

DEBE REALIZAR EL MONTAJE DE LA RESPECTIVA PROBETA EN LA MÁQUINA

MATERIAL PROBETA

NÚMERO DE ENSAYOS

5

DIÁMETRO PROBETA

7,5

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

MPa

400

MATERIAL PROBETA

NÚMERO DE ENSAYOS

5

d (mm)

7,5

Sut (MPa)

400

CALCULAR



ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO EXTENSIÓN LATACUNGA

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA



PANTALLA DEL SUBVI ENSAYOS.

MATERIAL PROBETA

VOLORES ACTUAL ENSAYO

ENSAYO ACTUAL
0

NUMERO DE ENSAYOS
0

CARGA APLICADA (Kg)
0

DIÁMETRO PROBETA (mm)
0

ESFUERZO (Kpsi)
0

Sut (kpsi)
0

TIEMPO ESTIMADO (min)
0

CICLOS TEÓRICOS
0

CICLOS REALES

TIEMPO

INICIAR

ABORTAR

CONTINUAR

RESUMEN ENSAYOS

Nº ENSAYO	ESFUERZO(kpsi)	DIAMETRO(mm)	CARGA(Kg)	CICLOS T,



PANTALLA DEL SUBVI CURVAS.

MÉTODO DE AJUSTE

Least Square

ECUACIÓN: Sf'=b*log(N)+C

DIAGRAMA S-N VALORES TEÓRICOS Y REALES

S-N Real

S-N Teórico

N

LÍMITE DE RESISTENCIA A LA FATIGA ESTIMADO (ksi)

RESISTENCIA A LA FATIGA PARA BAJOS CICLOS (ksi)

PENDIENTE(b)

INTERCEPCIÓN (C)

RESIDUO(R)

DIAGRAMA S-N ESTIMADO ENSAYO DE FATIGA

(Kpsi)

Log(N)

SIGUIENTE



PANTALLA DEL SUBVI CREAR INFORME.

INGRESO DE DATOS

DOCENTE

ESTUDIANTES

CARRERA

NIVEL

PARALELO

CREAR



CONSTRUCCIÓN DE LA MÁQUINA.





ECUACIONES NECESARIAS PARA LA EXPLICACIÓN DE PRUEBAS Y RESULTADOS OBTENIDOS EN LA MÁQUINA.

$$S_f = aN^b$$

$$S_m = 0.9 S_{ut}$$

$$b = -\frac{1}{3} Log\left(\frac{Sm}{S'_e}\right)$$

$$S'_e = 0.5 * S_{ut}$$

$$Log\ a = Log\ Sm - bLogN_1 = Log\ Sm - 3b$$

$$Q = \frac{aN^b \pi (d_{probeta})^3}{16 d_{AB}}$$

$$\%Error = \left| \left(1 - \frac{S'_{fr}}{S'_{ft}}\right) * 100 \right|$$

$$\%Error_{prom} = \frac{\sum Error\%}{n}$$



PRUEBAS Y RESULTADOS.





VALORES TEÓRICOS ENSAYO FATIGA

ENSAYO	$d_{probeta}$(mm)	Q(Kg)	T_t (min)	N_t	S'_{ft}(Kpsi)
1	7.6	25.94	1.176	2000	85.42
2	7.6	24.005	2.941	5000	79.01
3	7.6	23.0064	4.706	8000	75.91

VALORES REALES ENSAYO DE FATIGA

ENSAYO	T_r(min)	N_r	S'_{fr}(Kpsi)	Error (%)
1	7.6	3391	81.6	4,4
2	7.6	5108	78.87	0,2
3	7.6	5395	78.51	3,4

$$\%Error_{prom} = 2.391\%$$



ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO EXTENSIÓN LATACUNGA

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA



DIAGRAMA S-N VALORES TEÓRICOS Y REALES

S-N Real
S-N Teórico

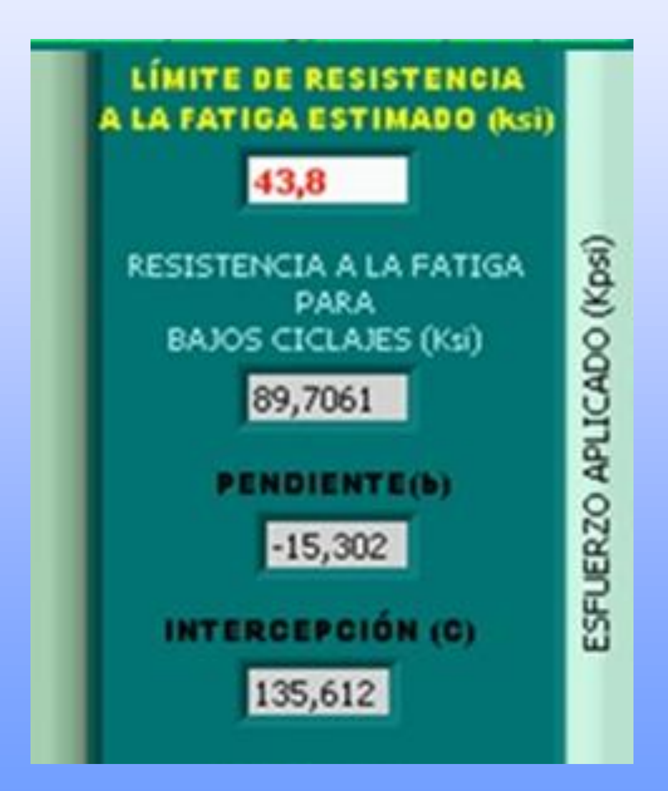
86
85
84
83
82
81
80
79
78
77
76
75

2000 3000 4000 5000 6000 7000 8000

N



LÍMITE DE RESISTENCIA A LA FATIGA ESTIMADO



$$S'_f = -15{,}302 * Log(N) + 135{,}612 \; [Kpsi]$$

Ciclos (N)	Log(N)	Resistencia a la fatiga, $S'_f \; [Kpsi]$
1000	3	89,997
10000	4	74,294
100000	5	58,591
10000000	6	42,856



ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO EXTENSIÓN LATACUNGA

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA



106

DIAGRAMA S-N ESTIMADO ENSAYO DE FATIGA

S'f (Kpsi)

107, 100, 95, 90, 85, 80, 75, 70, 65, 60, 55, 50, 45, 40, 35, 27,9

0,000, 1,000, 2,000, 3,000, 4,000, 5,000, 6,000, 7,000

Log(N)



ESCUELA POLITECNICA DEL EJERCITO
EXTENSIÓN LATACUNGA

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA



LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES
FATIGA EN LOS METALES

DOCENTE: Msc. Juan Correa

Estudiante/s: Chango David
Siza Marcelo

Carrera: INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA
Nivel: X
Paralelo: "A"

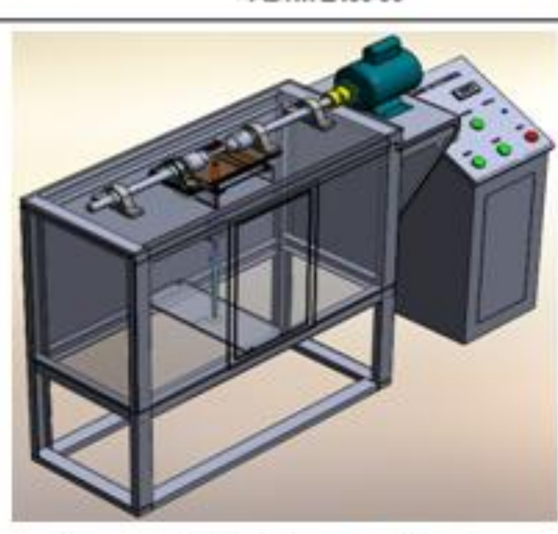
Número de ensayos: 3

Material Probeta: AISI 1018

Condición ensayo: Temperatura ambiente, sin corrosión

Máquina Utilizada: Maquina de Wholer RPM: 1730

Normas Consultadas:
- ISO 1143:1975
- ASTM E466-96





ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
EXTENSIÓN LATACUNGA



CARRERA DE INGENIERÍA
ELECTROMECÁNICA

LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES
FATIGA EN LOS METALES

TABLA 1. Valores de resistencia estática del material

Sut (Kpsi)	100.680
Sy (Kpsi)	80.544

TABLA 2. Valores teóricos, ensayo de fatiga por flexión rotativa

ENSAYO	DIÁMETRO(mm)	CARGA(Kg)	TIEMPO T.(min)	CICLOS T.	ESFUERZO T.(kpsi)
1	7.6	25.953	1.176	2000	85.422
2	7.6	24.006	2.941	5000	79.015
3	7.6	23.065	4.706	8000	75.917

TABLA 3. Valores reales obtenidos del ensayo

ENSAYO	TIEMPO (min)	CICLOS R.	ESFUERZO R.(Kpsi)	ERROR
1	3.854	3391	81.669	0.044
2	31.140	5108	78.871	0.002
3	48.898	5395	78.505	0.034

Error promedio entre valores de esfuerzos teóricos y reales en %: 2,6613

TABLA 4. Límite de resistencia a la fatiga estimado para distintos ciclos

CICLOS	LÍMITE DE RESISTENCIA A LA FATIGA ESTIMADO(Kpsi)
3000	89.997
10000	74.294
100000	58.591
1E+06	42.888



ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
EXTENSIÓN LATACUNGA



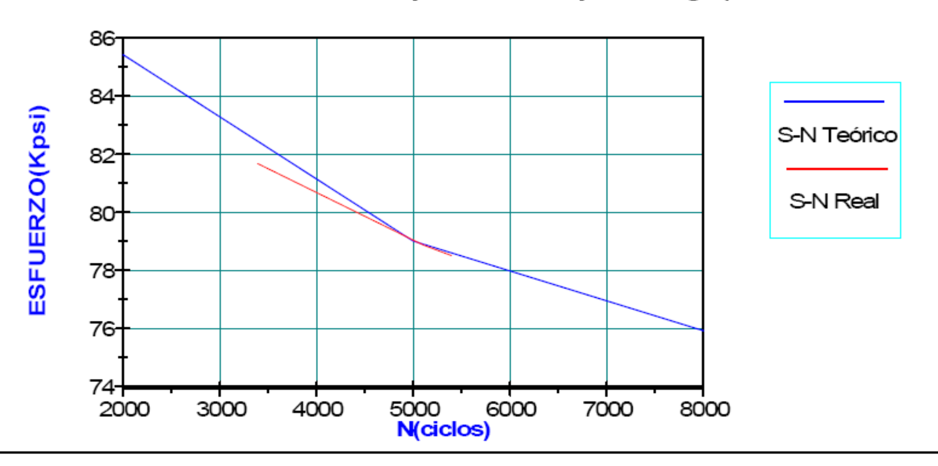
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA



LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES
FATIGA EN LOS METALES

Límite de Resitencia a la Fatiga estimado : 42,8883 Kpsi
Resitencia a la Fatiga estimado para bajos ciclajes : 89,997 Kpsi

Gráfica 1: Curvas S-N de valores teóricos y reales, ensayo de fatiga por flexión rotativa



Gráfica 2: Curva S-N estimada ensayo de fatiga





CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



CONCLUSIONES

- Al término de este proyecto se obtuvo una máquina controlada con la PC que permite realizar ensayos de fatiga en los metales.

- El correcto funcionamiento mecánico de la máquina permite determinar que la construcción y selección de sus elementos fueron diseñados adecuadamente.

- Mediante el uso del microcontrolador ATMEGA 164p para la construcción de la tarjeta del sistema de adquisición de datos, se obtuvo una comunicación confiable mediante el estándar RS 232 con la PC.





- El software Labview demostró ser un programa multifuncional ya que permitió realizar diferentes tareas: la interfaz hombre-máquina, el procesamiento de datos, el control de la máquina y además facilidad para generar un reporte de la práctica en formato PDF.

- Se construyó una máquina que permitió realizar ensayos de fatiga en el acero de transmisión AISI 1018 seleccionado, en el que se pudo visualizar los diagramas S-N (Resistencia a la fatiga – número de ciclos), tanto real como estimado, mediante la utilización de una herramienta grafica para pruebas y control (Labview)

- Se encontró el límite de resistencia a la fatiga estimado del acero ensayado.

- El desarrollo de un reporte informático, fue de suma importancia ya que en el mismo se encuentra un resumen de los resultados del ensayo de fatiga al culminar la práctica, obteniendo resultados rápidos y evitando la realización de cálculos manuales.

- Para el adecuado manejo de la máquina con la PC, se realizó la guía de procedimiento de la práctica donde se encuentran detalladamente los pasos que se deben seguir.

- Con la realización de la práctica de fatiga, se puede visualizar este fenómeno de forma más práctica, facilitando el entendimiento de este complejo problema que se encuentra presente en la mayoría de los casos de diseño de elementos de máquinas.



RECOMENDACIONES

- **Se recomienda utilizar la PC para realizar los ensayos ya que se disminuirá el tiempo de ejecución de las prácticas, porque se evitará cálculos manuales**

- Verificar que la probeta presente un acabado superficial liso sin ralladuras ni muescas caso contrario los resultados no serán válidos.

- Antes de empezar cada práctica se recomienda: revisar si el sensor optoacoplador está funcionando correctamente, de lo contrario limpiar delicadamente la ranura trasmisor-receptor, lubricar la máquina, verificar si los pernos están ajustados fuertemente y por último observar si los componentes mecánicos no estén desgastados.

- Para operar la máquina lo primero que se debe realizar es: leer el manual de usuario las veces que sea necesario, ya que el montaje y preparación de la probeta así como la aplicación de carga requiere un especial cuidado.



GRACIAS POR SU ATENCIÓN ..

VIDEO DEL FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA





Diseño del eje

$$\sigma_a = \frac{32M_a}{\pi d^3} \qquad M_a = \frac{M_{máx} - M_{mín}}{2} \qquad \frac{S_m}{S_{ut}} + \frac{S_a}{S_f} = 1 \qquad \frac{S_a}{S_f} = 1 \qquad \frac{n\sigma_a}{S_f} = 1 \qquad S_f = S_e$$

$$M_a = \frac{5000 - (-5000)}{2} \left[Kg - mm\right] \qquad M_m = 0$$

$$M_a = 5000 \left[Kg - mm\right] = 433.07 \left[lb - pu\lg\right] \qquad \sigma_m = 0$$

$$\sigma_a = \frac{S_e}{n} \qquad \frac{32M_a}{\pi d^3} = \frac{S_e}{n} \qquad d = \left[\frac{n32M_a}{\pi S_e}\right]^{\frac{1}{3}} \qquad d = \left[\frac{n32M_a}{\pi S_e}\right]^{\frac{1}{3}} \qquad d = 0.793 \left[pu\lg\right] = 20.164mm$$

$$S_e = k_a k_b k_c k_d k_e k_f S'_e$$

$$S_e = 17.6319 \left[Kpsi\right]$$







Diseño del rodamiento

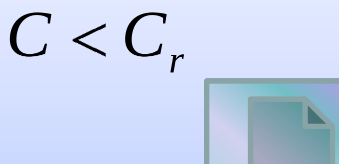
$$L_{10h} = \frac{Límite\ inferio - Límite\ superior}{2}$$

$$C = P_d \left(\frac{L_{10h} 60n}{10^6}\right)^{\frac{1}{p}}$$

$$2481.291 < 10800$$

$$C < C_r$$

Diseño del motor



$$T = \frac{63000 * H}{RPM}$$

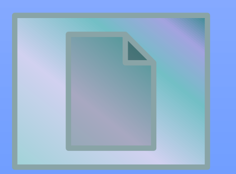
$$T = \mu * F * \frac{d}{2}$$

$$T = 0.0015 * 245 * \frac{25.4}{2}$$

$$T_t = 4 * 4.7 \left[N - mm\right] = 0.166 \left[lb - pu\lg\right]$$

$$H = 0.00454.HP$$

$$H = \frac{0.166 * 1725}{63000}$$



Selección del acople.

$$C = \frac{7160H}{RPM} \qquad C_a = KC \qquad K = k_1 k_2 k_3 \qquad C_a = 1.244.\,[N - m] = 10.987.\,[lb - pu\lg]$$





Diseño de las barras de carga

$$\sigma_y = \frac{F}{A} \qquad \sigma_1 = \sigma_y \qquad \sigma' = \sigma_1 \qquad \frac{4F}{\pi d^2} = \frac{S_y}{n}$$

$$d = \sqrt{\frac{4Fn}{S_y \pi}} \qquad d = \sqrt{\frac{4*50*6}{25.36*\pi}} \qquad d = 3.88\,[mm]$$



Diseño de la placa de fuerza

$$\sigma_x = \frac{M_{máx} * c}{I} \qquad 6\frac{M_{max}}{be^2} = \frac{S_y}{n} \qquad e = \sqrt{\frac{6M_{max}n}{S_y b}} \qquad e = \sqrt{\frac{6*4195*4}{25.36*140}} \qquad e = 5.325\,[mm]$$

c=e/2

$$\sigma_1 = \sigma_x$$

$$I = \frac{be^3}{12} \qquad \sigma' = \sigma_1$$



Diseño de la placa soporte principal

$$\sigma_x = \frac{M_{máx} * c}{I} \qquad 6\frac{M_{max}}{be^2} = \frac{S_y}{n} \qquad e = \sqrt{\frac{6M_{max}n}{S_y b}} \qquad e = \sqrt{\frac{6*15710.62*4}{25.36*400}} = 6\,[mm]$$

c=e/2

$$\sigma_1 = \sigma_x$$

$$I = \frac{be^3}{12}$$

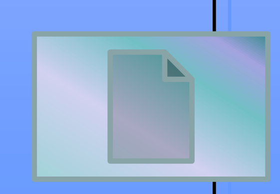
$$\sigma' = \sigma_1$$



Diseño del Marco Rígido

$$fa = \frac{V}{A} \qquad fa \leq FA \qquad Ia = \frac{fa}{Fa} \leq 1$$

$$fa = \frac{57.2}{0.42} = 136.2\,[psi] = 0.136\,[kpsi] \qquad 0.136kpsi \leq 3.19kpsi \qquad Ia = \frac{0.136}{3.19} = 0.04 \leq 1$$



Diseño de Vigas Transversales.

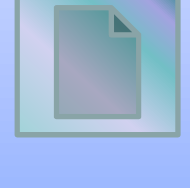
$$\sigma_x = \frac{M_{máx} c}{I} \qquad \frac{M_{máx}}{W} = \frac{S_y}{n} \qquad W = \frac{M_{máx}}{\sigma_1}$$

$$W = \frac{225.2}{7200} = 0.031 \left[p\lg^3\right] = 0.5 \left[cm^3\right]$$

$$W = \frac{I}{c}$$

$$\sigma_1 = \frac{36000}{5} = 7200 \left[\frac{lb}{p\lg^2}\right]$$

$$W_{yy} = 0.91 \left[cm^3\right] = 0.05 \left[p\lg^3\right]$$



Diseño de Vigas longitudinales.

$$W = \frac{542.03}{7200} = 0.075 \left[p\lg^3\right] = 1.23 \left[cm^3\right]$$

